

1 But de la norme

Le présent cahier des charges décrit les exigences fonctionnelles auxquelles doit satisfaire un système de commande de réseau modèle, du point de vue de l'utilisateur.

2 Principes

Un système de commande de réseau doit être conçu de manière modulaire. Ce type de conception garantit à l'utilisateur la possibilité de modifier et d'étendre son réseau avec un minimum d'efforts. Les nouveaux investissements doivent être réduits autant que possible. Il faut éviter au maximum d'encombrer l'esprit de l'utilisateur d'un système de commande avec des détails techniques. L'utilisateur est seulement responsable de la configuration et du fonctionnement de son réseau, mais pas de la configuration technique de chacun des composants individuels. Les câblages nécessaires font l'objet d'une description topologique, et sont réalisés avec des connecteurs et des types de connexions clairement définis.

3 Exigences fonctionnelles

Les extensions et les changements de fonctions ainsi que leurs interactions au sein d'un réseau, doivent pouvoir être réalisées simplement en branchant un matériel ou en téléchargeant un logiciel sur un matériel de base. Le matériel supplémentaire doit être conçu de telle manière qu'il puisse fonctionner avec le matériel existant.

3.1 Matériel

Les fonctions sont réparties entre les équipements suivants :

- Unité centrale de contrôle
- Périphériques d'entrée
- Régulateur raccordé par fil
- Régulateur radio
- Régulateur piloté par la voix
- Régulateur infra-rouge
- Tableau de contrôle optique (TCO)
- Périphériques de sortie
- Décodeur de locomotive
- Décodeur standard
- Décodeur avec retour d'information
- Décodeur avec son
- Décodeur de fonctions
- Décodeur de commutation (CoDec)
- Décodeur d'appareil de voie
- Décodeur de signal
- Décodeur d'accessoire
- Alimentation électrique
- Alimentation centralisée
- Alimentation liée à une section de voie

3.2 Logiciel

Les fonctions sont réparties entre les groupes suivants :

- Mise en commun et configuration des appareils ainsi que leur gestion
- Diagnostic de bon fonctionnement des appareils configurés
- Outils d'aide à la configuration du réseau
- Commande du trafic
- Fonction de mise à jour des appareils utilisés

3.3 Exigences spécifiques

L'alimentation (TBTP) de l'unité centrale de commande et des appareils connectés sur le bus doit être galvaniquement séparée de l'alimentation (réglementairement de type TBTP-S) du réseau proprement dit.

3.3.1 Unité centrale de commande

La communication de l'unité centrale avec chaque dispositif est définie d'une part par le bus, d'autre part par un protocole documenté. Les appareils et unités centrales de commande de différents fabricants peuvent ainsi être utilisés ensemble. L'utilisation de différents systèmes de bus doit être évitée. Les composants commercialement disponibles sont à privilégier.

3.3.1.1 Exploitation

L'unité centrale de commande met à la disposition de l'utilisateur une interface sous forme de menus. Idéalement, cette interface utilisateur est conçue de telle façon que de nouvelles fonctionnalités (appelées Apps¹) puissent être ajoutées au logiciel de base. Les interfaces internes requises sont documentées de telle sorte que n'importe quel producteur de logiciel puisse les utiliser. Les entrées peuvent se faire soit par un clavier, soit par un dispositif de pointage. Un écran tactile peut être utilisé en tant que dispositif de pointage. L'attention de l'utilisateur ne doit pas être encombrée par le besoin de connaître le système d'exploitation de l'unité centrale de commande. Une aide contextuelle doit être disponible pour les différents éléments des menus, les boîtes de dialogue, etc.

3.3.1.2 Sécurité

Toutes les actions effectuées par l'utilisateur et les données qui en résultent sont sauvegardées et peuvent être restaurées.

3.3.1.3 Interfaces

La communication vers le réseau est réalisée sous forme d'une interface d'un type couramment disponible. Cette interface doit permettre le câblage avec des composants communs et se présente sous la forme d'un bus série. Une connexion sans fil au réseau doit être possible. Pour la mise à jour des appareils installés sur le réseau, une interface est mise à disposition sur l'unité centrale de commande pour permettre le transfert de logiciel depuis un support de stockage. En outre, une connexion à Internet doit être possible.

3.3.2 Régulateur

Quel que soit le type de régulateur, il doit, lors de sa mise en service, établir le contact avec l'unité centrale de commande qui peut ainsi le gérer. La mise en service d'un régulateur s'effectue lors de son branchement, il peut ainsi être à tout moment connecté en n'importe quel point du bus, sans effet sur le fonctionnement. Les régulateurs sans fil entrent en contact avec l'unité centrale de commande via des émetteurs-récepteurs appropriés connectés au bus. Un régulateur commandé par la voix peut être raccordé par fil, par radio ou par infrarouge.

3.3.3 Panneau de contrôle

Les panneaux de contrôle varient dans leur complexité. La forme la plus simple comprend des boutons et des voyants lumineux. Au plus haut niveau il est possible d'aller jusqu'à des panneaux de contrôle professionnels, comme par exemple ceux d'un PAI (Poste d'Aiguillages Informatisé). Tous les types de panneaux de contrôle sont connectés au bus ; lors de leur mise en service ils s'identifient auprès de l'unité centrale de commande et peuvent ainsi être gérés par elle. Un panneau de contrôle virtuel est par ailleurs réalisable sur l'unité centrale de commande elle-même.

3.3.4 Décodeur de locomotive

Pour la surveillance de l'exploitation, il est souhaitable que la position de chaque véhicule ou train soit connue. La position des véhicules, qu'ils soient équipés de décodeur ou non, ne peut être déterminée que par un dispositif de mesure de position. Les dispositifs de mesure qui contrôlent toute une section de voie et ainsi localisent le train dans toute sa longueur, sont particulièrement bien adaptés à cet usage. Les décodeurs sont alimentés en courant de traction par une alimentation qui se charge aussi de la transmission d'informations depuis et vers la centrale de commande.

¹ Apps = Applications logicielles

Un véhicule peut également être équipé de façon à recevoir son énergie depuis l'alimentation alors que le décodeur reçoit par une liaison radio la transmission de données et est ainsi relié à la centrale de commande. Lors de leur mise en service, les décodeurs ou systèmes de contrôle s'identifient auprès de l'unité centrale qui pourra ensuite les commander.

3.3.5 Décodeur de commutation

Les décodeurs de commutation ou CoDec sont des parties importantes des appareils qui doivent pouvoir être commutés. Ils sont connectés au bus. Lors de leur mise sous tension, ils s'identifient auprès de l'unité centrale qui pourra ensuite les commander.

3.3.6 Alimentation

Les régulateurs, les dispositifs de commande sans fil, les circuits de commutation et tous les modèles ferroviaires doivent être alimentés en TBTS (14 à 18 V DC). Toutes les tensions nécessaires à l'alimentation de l'électronique doivent être dérivées de cette source.

En particulier :

- Le système d'alimentation peut être configuré pour l'alimentation en DC, en AC ou dans les formats en numérique.
- Les ordres de contrôle de la locomotive ou de la rame sont transmis au régulateur qui les traduit dans un format intelligible par le décodeur.
- Indépendamment du type de format du décodeur, le régulateur reconnaît la présence d'un véhicule sur la section de voie.
- Les ordres, qu'ils soient d'accélération, de décélération ou d'activation de fonctions sont reçus par le régulateur et convertis en données intelligibles par le décodeur. Si le décodeur est capable de fournir une rétro-signalisation, il transmet ces données au régulateur, qui à son tour les répercute vers l'unité centrale de contrôle.
- Avec une alimentation par sections indépendantes, il est possible de détecter plus rapidement les courts circuits et les augmentations brutales de consommation électrique, de les limiter et de les signaler à l'unité centrale de contrôle.
- Le régulateur doit être capable de commander et de contrôler plusieurs sous-sections (minimum 4).
- Pour exploiter des véhicules supportant la transmission de données sans fil, le régulateur doit être équipé d'un dispositif de transmission de données par radio. Le régulateur doit être capable de détecter si une transmission de données se produit via la radio ou via les rails.
- Par l'intermédiaire de la centrale de commande, un régulateur peut programmer le décodeur d'une locomotive ou d'un train qui se trouve sur une section de voie.

3.3.7 Configuration des périphériques

La configuration initiale des dispositifs doit pouvoir être modifiée comme souhaité par l'utilisateur. Dans les deux cas, l'unité centrale de commande agit comme une aide. La configuration initiale comprend, lors de la mise en service du périphérique, la désignation de son identité, de ses fonctions et d'un ensemble de paramètres. Ces données sont stockées et gérées par l'unité centrale de contrôle. Pour les modifications, l'utilisateur peut, à l'aide de l'unité centrale de contrôle, mettre le dispositif cible dans un mode de maintenance et y transférer les paramètres modifiés. A tout moment, c'est à dire lorsque le réseau est hors tension, il est possible d'ajouter de nouveaux périphériques qui seront pris en charge lors de la remise en service. Dans le cas où une double identité est détectée, la centrale de commande demande à l'utilisateur d'entrer une caractéristique distinctive.

3.3.8 Diagnostic

Chaque appareil effectue lors de sa mise sous tension un diagnostic interne. Celui-ci doit inclure les fonctions typiques de l'appareil. Le résultat du diagnostic est transmis à l'unité centrale de commande. Celle-ci vérifie à son tour que tous les périphériques ont répondu et que leur fonctionnement est correct. La centrale de commande établit un compte-rendu et informe l'utilisateur de tout dysfonctionnement d'un appareil. L'utilisateur peut, après l'achèvement du diagnostic automatique, demander à l'unité centrale de commande le diagnostic de certains ou de tous les périphériques.

3.3.9 Configuration du réseau

Un réseau est statiquement et dynamiquement configurable. La configuration statique peut être modifiée après mise hors tension. La configuration dynamique, en revanche, peut être modifiée lors de l'exploitation.

3.3.9.1 Configuration statique

3.3.9.1.1 Topologie du système

Lorsque la fonctionnalité des appareils et de la centrale de commande est déterminée, l'utilisateur doit faire connaître la configuration du réseau à l'unité centrale de commande. Il dispose pour ce faire d'outils appropriés pour l'organisation des appareils de voie, des signaux, etc. et leur position relative dans une section de voie. Une section de voie doit être définie par sa longueur et la vitesse maximale à laquelle elle peut être parcourue. L'utilisateur organise les sections de voie dans l'ordre requis pour définir un parcours.

L'unité centrale de commande teste ensuite s'il existe une incompatibilité dans l'organisation et en informe l'utilisateur. À ces données, l'utilisateur peut ajouter des données relatives à l'ensemble du réseau telles l'échelle et l'époque.

3.3.9.1.2 Éléments de contrôle

À partir du moment où des décodeurs de commutation (CoDec) se trouvent sur le réseau, des organes de contrôle sont nécessaires. Les organes de contrôle peuvent se présenter sous la forme d'un contrôleur discret, ou d'un contrôleur virtuel, tel qu'un moniteur ou une fenêtre sur l'afficheur de l'unité centrale. Un panneau de commande virtuel peut être créé sur la centrale de commande à l'aide des outils fournis. Pour l'affectation, l'utilisateur dispose des ressources nécessaires. Pour un panneau de commande séparé le CoDec approprié est appelé par appui sur une touche, associé à l'action souhaitée. Sur un panneau virtuel, les ordres sont donnés en utilisant le dispositif de pointage. Le résultat est affiché à l'utilisateur après un test. Les affectations doivent pouvoir être modifiables à volonté.

L'extension d'un pupitre de commande avec un schéma du circuit mène à un pupitre de type TCO. Celui-ci est configurable qu'il soit discret ou numérique. L'utilisateur sera en mesure d'associer chaque section de voie à un voyant d'occupation. La centrale de commande doit disposer d'une interface, par laquelle pourront être connectés et configurés des applications, par ex. un PAI comme dans les chemins de fer réels.

3.3.9.2 Configuration dynamique

La configuration dynamique comprend la détection et la gestion des véhicules ainsi que la programmation des décodeurs ; les régulateurs sont informés de l'attribution des fonctions typiques de l'engin moteur ou du train.

3.3.9.2.1 Décodeur de locomotive ou de fonction

L'utilisateur peut à tout moment mettre un véhicule sur les rails d'une section de voie libre, et ainsi demander sa reconnaissance par le système de contrôle. La section de voie correspondante passe dans le mode programmation et au minimum les données par défaut sont lues. Il est souhaitable de conserver dans un document toutes les données du décodeur. Au niveau du système de contrôle, une conversion des données est faite, les paramètres sont stockés dans la centrale de commande et sont disponibles pour d'éventuelles modifications. L'utilisateur peut avec les moyens appropriés modifier ces paramètres, les mettre à jour dans le décodeur et y ajouter, pour la gestion de son parc, des informations supplémentaires : Série, numéro individuel, qui seront prises en charge et utilisées dans la configuration du système.

3.3.9.2.2 Régulateur

Le type de traction est un élément complémentaire d'information concernant un véhicule. En fonction de celui-ci, l'unité centrale de commande affectera aux boutons de commande un ensemble défini de fonctions et leur répartition. Cette affectation peut aussi être modifiée par l'utilisateur.

3.3.9.2.3 Composition de train

Pour définir la composition d'un train, l'utilisateur peut lui affecter un nom, y ajouter les informations liées à une locomotive, et - si disponible - configurer un bus de train. L'utilisateur peut aussi ajouter à ces données la longueur du train. L'unité centrale de commande peut, en référence à la configuration des sections de voie, déterminer celles dans lesquelles le train ne pourra pas entrer et en informer l'utilisateur.

3.3.10 Contrôle de l'exploitation

Sous le contrôle de la commande centrale, l'exploitation peut être opérée au moyen de tableaux de commande TCO, de régulateurs, ou d'horaires.

Le trafic doit être pouvoir être contrôlé manuellement et/ou automatiquement, la combinaison des deux étant dite semi-automatique. En définissant le tracé des voies, il est possible de définir des itinéraires. A cet effet, les ressources nécessaires sont mises à disposition de l'utilisateur. Une possibilité est de pointer les tronçons de voies sur le tracé virtuel et de les assigner à un itinéraire. De tels itinéraires peuvent être stockés, consultés et modifiés. Le véhicule ou train transmet tous les paramètres le concernant d'un dispositif de contrôle au suivant, de son point de départ à son point d'arrivée.

Des horaires liés à un itinéraire et à un graphique temporel peuvent être créés, modifiés et exécutés. De plus, l'utilisateur peut donner un numéro de train, le supprimer ou le rappeler.

L'unité centrale de commande contrôle à chaque instant si la prochaine section de voie est libre et à quelle vitesse elle peut être parcourue et commande les appareils de voie, signaux, etc. liés à cette section. Dans le cas d'une commande manuelle – typiquement pour un mouvement de manœuvre - l'utilisateur doit informer explicitement l'unité centrale de commande de l'entrée sur une section de voie occupée et donc créer un bulletin de franchissement. Les interdictions de mouvement doivent être générées de façon similaire.

S'il existe un TCO séparé, un échange doit toujours être possible entre celui-ci et le tableau de commande virtuel. Ceci s'applique également entre les régulateurs connectés au bus et le régulateur virtuel.

3.3.11 Fonctions de Mise à jour

Les mises à jour du logiciel pour l'unité centrale de commande ou pour les équipements sont soit conduites par l'utilisateur avec un support de stockage soit téléchargées sur Internet. Après la mise à jour, un diagnostic de chaque composant est effectué et le rapport de résultat fourni à l'utilisateur. Lors de la mise à jour doit également être fournie la documentation correspondante.

4 Cas particuliers

Pour les grands réseaux ou les réseaux étendus, d'autres systèmes de bus tels que l'utilisation de routeurs, chacun avec une unité centrale de commande, sont possibles. Les données concernant les véhicules quittant la zone de contrôle d'une centrale doivent être transmises à l'unité de contrôle de la zone suivante.

5 Équipement minimum

L'équipement minimal pour un ovale de voie doit comprendre :

- Unité centrale de commande
- Régulateur virtuel
- Régulateur de marche
- Transformateur
- Nécessaire de câblage